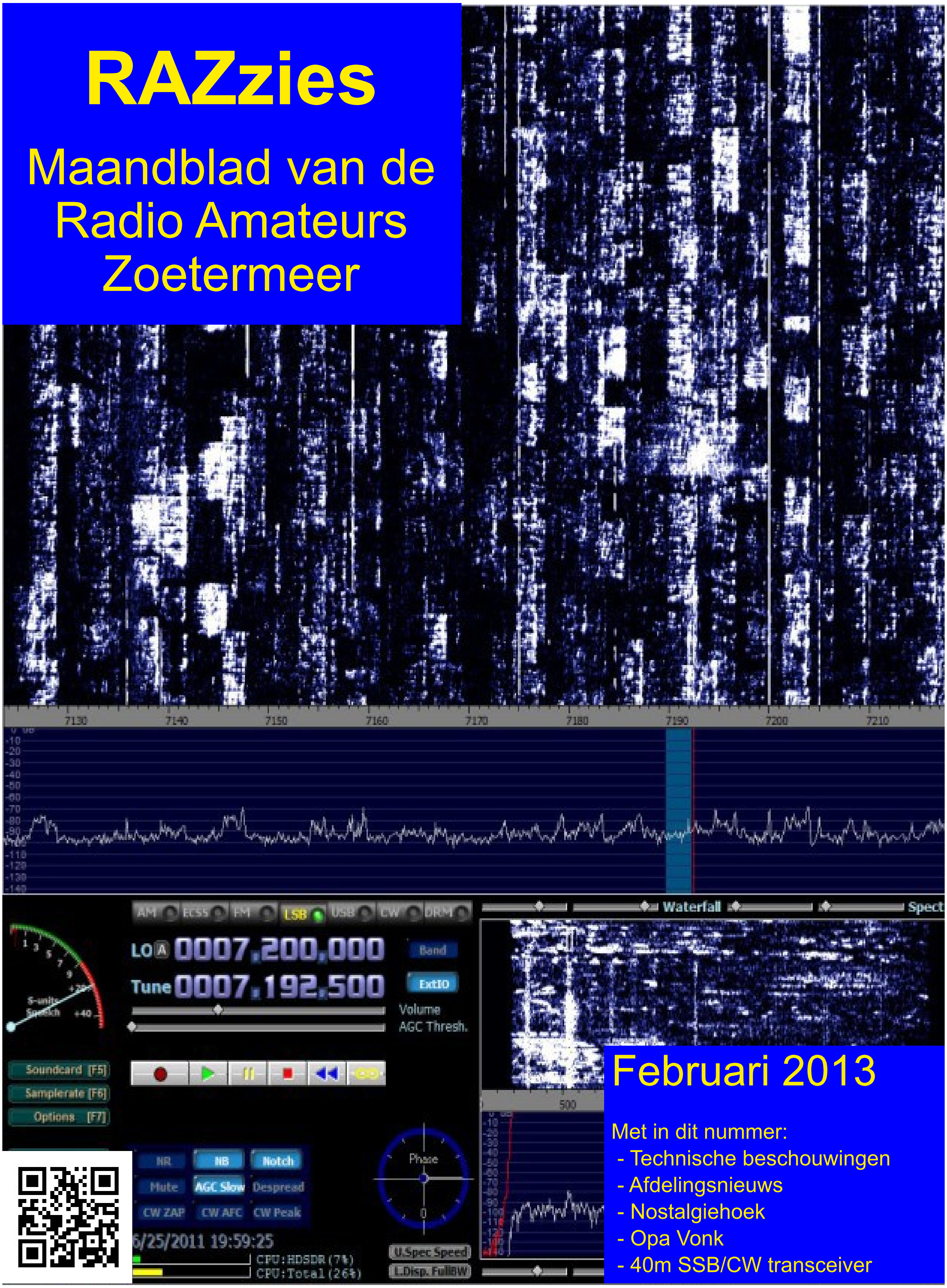
RAZzies

Maandblad van de Radio Amateurs Zoetermeer



Februari 2013

Met in dit nummer:

- Technische beschouwingen
- Afdelingsnieuws
- Nostalgiehoek
- Opa Vonk
- 40m SSB/CW transceiver

Colofon

RAZzies is een uitgave van de Radio Amateurs Zoetermeer. Bijeenkomsten van de Radio Amateurs Zoetermeer vinden plaats op elke tweede en vierde woensdag van de maanden september - juni om 20:00 uur in het clubhuis van de Midgetgolfclub Zoetermeer in het Vernède sportpark in Zoetermeer.

Website:

http://www.pi4raz.nl

Redactie:

Frank Waarsenburg
PA3CNO
pa3cno@pi4raz.nl

Informatie:

info@pi4raz.nl

Kopij en op- of aanmerkingen kunnen verstuurd worden naar razzies@pi4raz.nl

Nieuwsbrief:

http://pi4raz.nl/maillist/subscribe.php

Van de redactie

De winter is inmiddels overgegaan in de herfst terwijl ik dit schrijf. Slecht weer voor de antennes... Maar des de beter weer voor de hobby. Op de werkbank ligt het prototype van een lineair waar moeiteloos 50W uitkomt met 1W in. De filters staan in de steigers om gereed gemaakt te worden voor de lineair. Bij 50W is deze wel gevoelig voor mishandeling. Er zijn twee manieren om dat op te lossen: óf niet op 25V laten lopen zoals het proefexemplaar, maar permanent op 12V; óf de voedingsspanning regelbaar maken zodat je op veilig vermogen kunt afregelen om daarna de zaak op te draaien tot maximum. We moeten er maar weer eens een poll aan wagen om jullie mening te vragen.

En intussen moet de logistiek voor het PSK project nog afgemaakt worden. Dat is nu op een oor na gevild; vrijwel alle onderdelen zitten al in de dozen. Rest slechts 18 ontbrekende knoppen en een door de kwaliteitscommissie afgekeurde instelpotmeter. Nog even op de printen wachten, en dan kan er gebouwd gaan worden. Wij horen natuurlijk graag welke firsts er gemaakt zijn met de PSK31 transceiver en met wie. Laat het ons weten!



De afdeling logistiek aan het werk

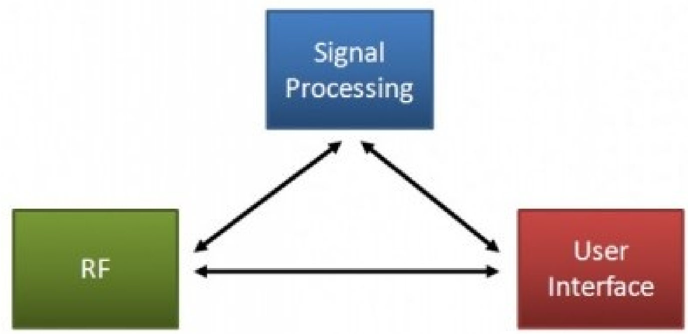
Technische beschouwingen: SDR

SDR is de afkorting van Software Defined Radio. Volgens kenners de toekomst van de radio: niks geen gepruts met analoge mixers en filters: alles gebeurt in software. Degenen die onze club een beetje volgen weten dat Gert PE0MGB begonnen is met een SDR transceiver. Voor velen is SDR echter nog een onontgonnen terrein. Tijd om eens naar dat wonder der techniek te kijken. Nou zijn er al veel artikelen over geschreven, maar die ontaarden al snel in een hoop wiskundige formules. Hoewel niet helemaal te vermijden, zullen we hier toch vooral naar de grote lijnen kijken.

De drie functies van een radio

Onafhankelijk van wat voor type radio je bekijkt, bestaat deze altijd uit 3 fundamentele blokken:

1. Het HF deel (ook wel RF genoemd)
2. Het Signal Processing deel
3. De Gebruikers Interface



Alle drie de componenten hebben interactie met elkaar:



Het RF blok zet hoogfrequent signalen om in basisband signalen (mengen) of omgekeerd. Functies binnen dit blok worden bijvoorbeeld vervuld door filters, mixers, versterkers, oscillatoren, enz.



Het basisband signaal wordt verwerkt / opgewekt in het Signal Processing blok. De functies van dit blok nemen bijvoorbeeld functies als moduleren, demoduleren, laagfrequent filteren, storingsonderdrukking, enz. voor hun rekening.

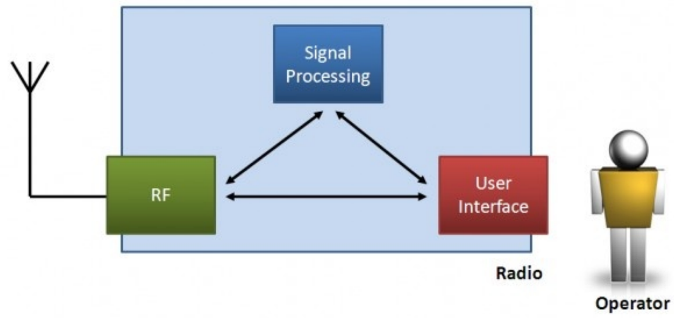


De User Interface (UI) is het commando- en besturingssysteem van de radio. Het communiceert direct met de (menselijke) gebruiker. De user interface kan bijvoorbeeld bestaan uit toetsen, knoppen, LEDs of gewoon een beeldscherm.

De klassieke radio

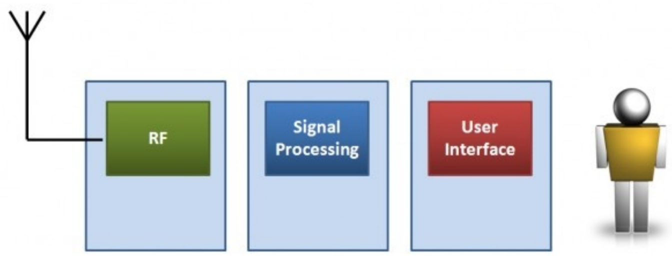
De klassieke radio is het type wat nog in veel shacks te vinden is. Bijvoor-beeld een FT1000MP, een IC706 of een Drake TR-7, om er maar een paar te noemen. De laatste decennia zijn de mogelijkheden en de gebruikers interface wel wat veranderd, maar het concept is hetzelfde gebleven: Alles in 1 doos.

Alle componenten zitten binnen een enkele behuizing. Met de toenemende integratie (en het gebruik van digitale technieken) is de fysieke afhankelijkheid van de componenten eveneens toegenomen. Maar zelfs waar sommige transceivers geleverd worden met afneembare frontjes (gebruikers interface), zijn ze niet uitwisselbaar met de interfaces van andere fabrikanten. Onderstaand overzicht geeft een beeld van de afhankelijkheden zoals die met het “Alles in 1 doos” concept van onze huidige transceivers geleverd worden.



De SDR benadering

Net als bij de klassieke radio bestaat ook de software defined radio uit de drie fundamentele blokken RF, Signal Processing en User Interface. Het grote verschil zit 'm echter in de fysieke en logische onafhankelijkheid van de drie blokken.



Fysieke onafhankelijkheid betekent dat elk van de drie blokken in een aparte behuizing kan zitten. Er is zelfs geen enkele reden waarom de drie blokken zich op dezelfde locatie zouden moeten bevinden. Geografisch zouden die best duizenden kilometers van elkaar kunnen staan zonder dat de prestaties daar onder lijden. Denk hier bijvoorbeeld aan WebSDR.

Logische onafhankelijkheid betekent dat elk blok ontworpen en/of vervangen kan worden zonder dat dat effect heeft op de andere blokken. In het bijzonder het digitale deel stelt ons in staat om

meerdere onafhankelijke kopiën van hetzelfde blok te hebben. Alweer: denk aan meerdere luisteraars naar dezelfde webradio.

Toegegeven: wat het Software Defined Radio concept zo aantrekkelijk maakt zijn de gestandaardiseerde interfaces en protocollen (USB, Firewire,TCP/IP ..etc) alsmede onze snelle PC's met Internet verbinding. Kan je je nog herinneren dat we daar 10 jaar geleden alleen nog maar van droomden?

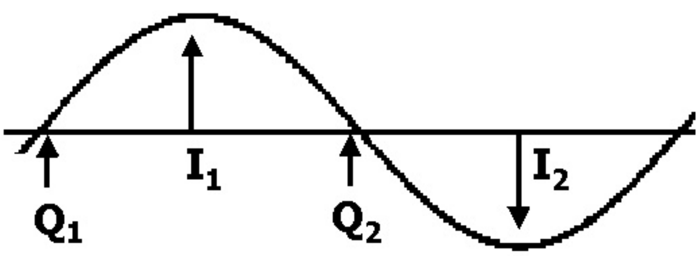
Wat is precies SDR?

Maar wat is SDR? Dat is waar de computer de meeste gebruikelijke analoge functies van de radio overgenomen heeft. Geluidstrappen, modulatie en de eerste up-conversies van de radio worden nu gerealiseerd door de computer / geluidskaart waarmee het gewenste signaal gedemoduleerd of samengesteld wordt in de software. Dit moet je niet verwarren met toon decoder software zoals RTTY, PSK31 enz. waar DSP (Digitale Signaal Processing ofwel verwerking) puur op laagfrequent niveau toegepast wordt; de DSP wordt nu toegepast in plaats van de middenfrequent en detector trappen. Dat betekent dat veel filters die eerst in hardware uitgevoerd waren, nu in de software gerealiseerd worden met eigenschappen die met condensatoren en spoelen niet eens te realiseren zijn. Dat maakt de radio hardware zeer voordelig, waarbij de software voor de aansturing in de meeste gevallen gratis is.

De modes die we gebruiken worden nu bepaald door de computer, waardoor het veranderen van mode erg eenvoudig is. Daarnaast kan je op het computerscherm een panorama-overzicht van het bandspectrum zien waardoor in een oogopslag zichtbaar is waar de activiteit plaatsvindt. Dat kan een groot voordeel zijn voor contesters. Een ander voordeel van minder hardware in het frontend en de middenfrequent is dat er minder plekken zijn waar a-lineairiteit optreedt (dat alles binnen het 100dB dynamisch bereik van de geluidskaart). Alleen een simpel passief bandpassfilter is nodig, waarmee het monitoren van de band mogelijk wordt ondanks dat sterke naastgelegen signaal.

Een belangrijke eigenschap van SDR is de toepassing van in-fase en kwadratuur (I/Q) detectie die gebruikt kan worden bij het elimineren van interferentieproblemen waardoor een betere signaal/ruisverhouding mogelijk is en een groter dynamisch bereik (rond 100dB is haalbaar). Aangezien geluidskaarten twee kanalen hebben, ontstaat de mogelijkheid om elk van deze componenten (I&Q) met elkaar te vergelijken waardoor betere prestaties en functionaliteiten mogelijk worden in vergelijking met traditionele analoge AM/FM demodulatoren. De I en Q kanalen moeten zo nauwkeurig mogelijk 90 graden in fase verschillen, hetgeen met de hand of automatisch door de software geregeld kan worden met als resultaat tot wel 60dB extra spiegelonderdrukking. De enorme reductie in discrete analoge componenten was zeer welkom bij de fabrikanten van mobiele telefoons, die toch al overgegaan waren naar digitale technieken. De eenvoudigste opzet bestaat uit een bandfilter, Local oscillator, kwadratuur sampler en twee opamps voor de uitgang naar de geluidskaart. Geen HF versterkers, voorversterkers, MF versterkers etc. Eigenlijk waren de meeste componenten in de testopstelling voor de voeding...

Kwadratuur sampling



Een SDR systeem sampeld (bemonstert) een signaal op vier punten per cyclus om de I en Q component paren te verkrijgen (denk aan de 90 graden faseverschuiving). Het is nu mogelijk de I en Q signalen in de software te vergelijken en zo vast te stellen of het resultaat interferentie of een modulatietype is wat je ontvangt. Dit is nog

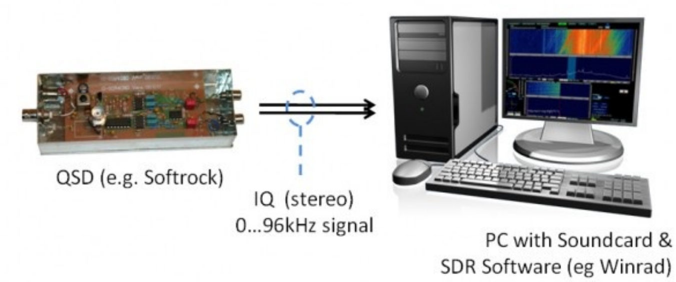
het best te vergelijken met FM ontvangst. Daarbij was het probleem dat het stereo signaal compatible moest zijn met de bestaande mono ontvangers. Dus maakte men twee signalen: de som van de twee stereo kanalen (L+R), en op 38kHz werd op een subdraaggolf het verschil van de twee kanalen gemoduleerd (L-R). Een mono-FM ontvanger ontvangt alleen maar de somsignalen L+R. Net als bij een SDR: sluit je alleen het I signaal aan, dan werkt alles gewoon. Alleen blijft er niets over van je spiegelonderdrukking etc. Een stereo ontvanger demoduleert ook de 38kHz subdraaggolf (waarbij de 19kHz piloottoon er voor zorgt dat de zaak in fase blijft!). Dat kan je vergelijken met het Q signaal. Vervolgens wordt voor het linkerkanaal de twee signalen bij elkaar opgeteld:

$$(L + R) + (L - R) = 2L$$

En voor het verkrijgen van het rechterkanaal worden de twee signalen van elkaar afgetrokken:

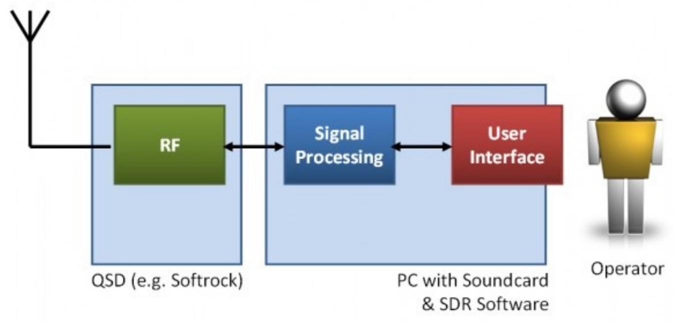
$$(L + R) - (L - R) = 2R$$

Waarbij L natuurlijk staat voor het linkerkanaal en R voor het rechterkanaal. Iets vergelijkbaars gebeurt met de I en Q signalen. Maar genoeg over de theorie: laten we eens kijken naar de praktijk. Een bekende instap-SDR ontvanger is de Softrock[1]. Schematisch ziet dat er als volgt uit:



Op dit moment is dat wereldwijd de meest gebruikte SDR opstelling. De antenne wordt direct met een Quadrature Sampling Detector (QSD) verbonden, zoals de beroemde Softrock. De QSD mengt het HF signaal naar een baseband signaal. Het complexe baseband (I/Q) signaal wordt toegevoerd aan de geluidskaart van de PC waar het signaal gedigitaliseerd wordt. De Signaal Processing wordt door de PC uitgevoerd. De gebruiker selecteert met de User Interface (hier: Keyboard, Muis en Scherm) instellingen zoals frequentie, mode, filter bandbreedte enz.

Kijken we naar de drie eerder genoemde blokken, dan ziet dat er uit als volgt:

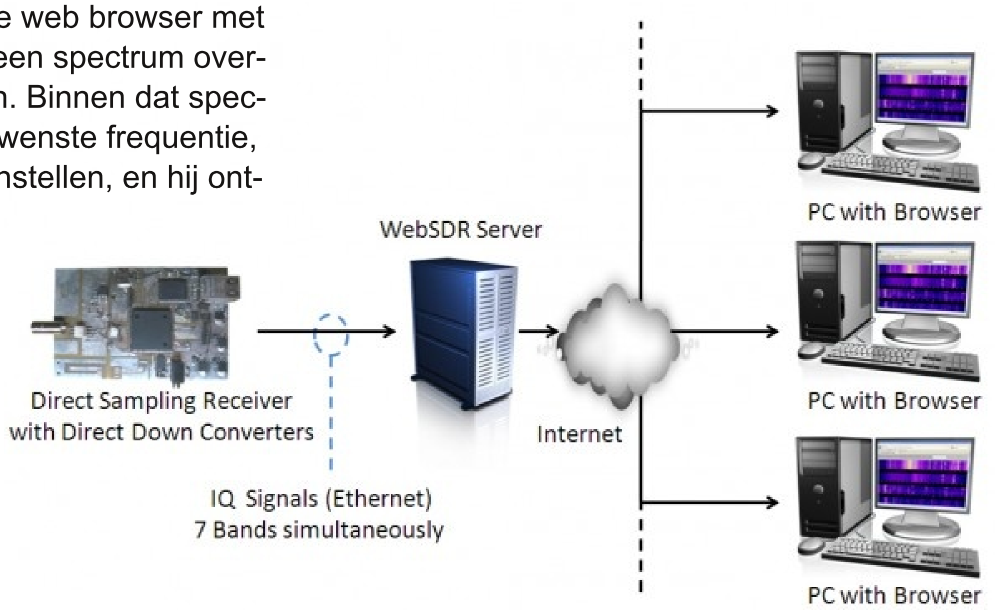


De “radio” bestaat uit twee fysieke componenten: de QSD en een desktop PC. De enige verbinding tussen de QSD en de PC is een stereo geluidssignaal. Er is geen fysieke afhankelijkheid. De QSD kan vervangen worden door een andere QSD (bijvoorbeeld een softrock ontvanger door een Genesis) zonder dat dit ook maar enige invloed heeft op de signaal processing of de user interface. Aan de andere kant: als er een nieuwe digitale mode (zoals PSK31) gedecodeerd moet worden, kan dat door de software te updaten zonder dat dit enig effect op het HF deel heeft.

Webradio met meerdere clients

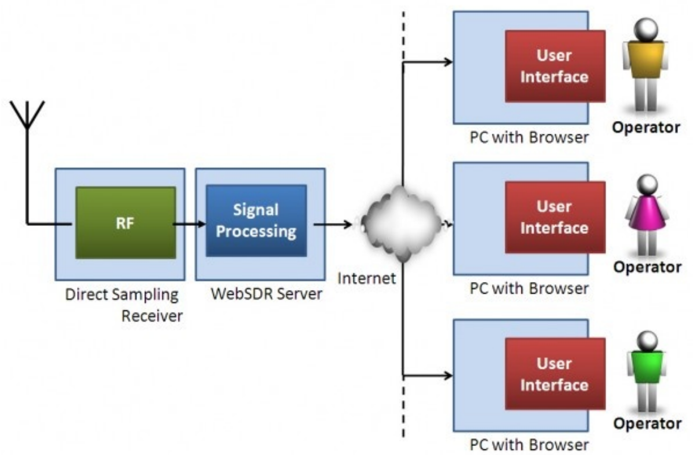
Heb je al eens een kijkje genomen op Pieter-Tjerk, PA3FWM’s WebSDR site[2] die hij draait vanuit de Universiteit van Twente? Pieter bouwde een Direct Sampling ontvanger die bestaat uit een razendsnelle Analoog Digitaal Converter (ADC), gevolgd door een Field Programmable Gate Array (FPGA) waarin diverse Direct Digital Down Converters (DDC) geïmplementeerd zijn waarmee de gewenste 7 banden uitgefilterd worden. De ontvanger stuurt het I/Q signaal van de 7 banden, met een bandbreedte van tussen de 150kHz en 1,2MHz via Gigabit Ethernet naar een lokale server. Deze server is de interface tussen de ontvanger en de gebruikers.

Een gebruiker verbindt via de web browser met de server waarbij de server een spectrum overzicht voor elke band laat zien. Binnen dat spectrum kan de gebruiker de gewenste frequentie, mode en filter bandbreedte instellen, en hij ontvangt dan direct het audiosignaal. De I/Q naar geluid omzetting wordt gedaan op de server met de parameters (frequentie, mode.. enz) die de gebruiker ingesteld heeft. Theoretisch is het ook mogelijk om het I/Q signaal ook te streamen, maar dat zou de hedendaagse internetverbindingen nogal overbelasten.



De WebSDR is behoorlijk populair geworden. Pieter liet twee jaar geleden al weten dat elk weekend meer dan 150 gebruikers zitten te luisteren naar zijn ontvanger.

Maar hoe ziet dat er nu uit met onze bekende functieblokken?



De Direct Sampling ontvanger is de HF component. Die zet het HF signaal om in een digitale I/Q stream. De I/Q (zeven banden) stream wordt via Gigabit Ethernet naar de WebSDR server gestuurd. Is er voldoende bandbreedte, dan zou de direct sampling ontvanger overal ter wereld geplaatst kunnen worden (fysieke onafhankelijkheid).

De WebSDR server wordt gebruikt als een interface server tussen de ontvanger en de gebruiker. De server is verantwoordelijk voor de signaalverwerking. De server genereert uit de I/Q stream een spectrum view en audio streams voor elke gebruiker die met de server verbonden is. Elke verbetering (bijvoorbeeld betere filters) kan gerealiseerd worden door een software update.

De gebruiker verbindt via de web browser met de WebSDR server. De Web browser is de User Interface. De gebruiker selecteert het gewenste signaal op de band met een simpele muisklik. Een paar milliseconden later hoort hij het signaal door zijn luidspreker. De gebruiker kan zich weer overal ter wereld bevinden. Er is geen geografische / fysieke afhankelijkheid tussen de server en de gebruiker (client). Er is ook geen logische afhankelijkheid. Een groot aantal User Interface processen (personen die luisteren) kunnen op hetzelfde moment dezelfde server gebruiken zonder dat ze elkaar in de weg zitten.

De toekomst

Een radio is een grote doos met een berg knoppen, met heel veel LEDs en neemt het grootste deel van je bureau in beslag. Toch? In veel gevallen is dat nog zo. Maar de zaak is in beweging – naar een opwindende toekomst. Daarom is het belangrijk om te begrijpen hoe SDR

precies werkt. In tegenstelling tot de klassieke radio zijn de drie blokken (HF, Signaal verwerking en User Interface) bij een SDR niet afhankelijk van elkaar. Dat is voornamelijk te danken aan de interfaces en protocollen die door de industrie de laatste jaren gestandaardiseerd zijn. Daarnaast bieden krachtige halfgeleiders en breedband internet de mogelijkheid voor een hele nieuwe reeks toepassingen. Dat hebben de voorgaande voorbeelden wel laten zien. Echter: laten we onze rol als noodcommunicatie provider niet uit het oog verliezen. Want wat heb je aan een SDR ontvanger die ergens anders staat als internet het niet meer doet. Of als de netspanning wegvalt en je PC kan niet op accu werken bijvoorbeeld. Desondanks biedt SDR ons een nieuw gebied om te experimenteren en excelleren als onderzoekers.

[1] http://www.amqrp.org/kits/softrock40/

[2] http://websdr.ewi.utwente.nl:8901/



Afdelingsnieuws

Het aantal bezoekers van onze verenigingsavonden stijgt nog steeds. Daar zijn we best wel een beetje trots op. Het betekent dat de vereniging ook werkelijk iets te bieden heeft en dat het de amateurs aanspreekt. Maar laten we het vooral twee-richtingsverkeer houden: heb je wensen of opmerkingen, laat het ons weten! Dat kan betrekking hebben op activiteiten (zou je bijvoorbeeld meer velddagen willen zien, of excursies), maar ook op de website, RAZzies of Facebook pagina. Laat eens wat van je horen!

Tijdens de verenigingsavonden is de verenigingszender tegenwoordig ook altijd aanwezig. Misschien dat deze niet altijd onmiddellijk opgesteld staat, omdat er vaak andere apparatuur te bewonderen is die met de dipool op het clubhuis verbonden wordt, maar hij is er wel. Vraag het gerust als je een verbinding wil maken, en je weet: iedereen mag de clubcall gebruiken onder begeleiding van een gelicenseerd zendamateur, ook als je zelf geen licentie hebt!

Afdelingsbijeenkomsten

De afdelingsbijeenkomsten in februari zijn op de woensdagen 13 en 27 februari. 13 februari is de eerste bijeenkomst van de maand, en dan is de QSL-manager aanwezig voor het inleveren en ophalen van de QSL-kaarten. Tevens streven we ernaar om dan alle pakketten van de PSK31 transceiver gereed te hebben; degenen die de kit op willen halen, kunnen dat dus de 13 doen.

En op de 13e starten we met de gezamelijke bouw van de PSK31 transceiver! Zorg dat je op tijd aanwezig ben. Zelf meenemen: soldeerbout, soldeer, kniptangetje, eventueel buigtangetje en een goed humeur. Wij zorgen voor de rest. Stopcontacten voldoende, evenals koffie. Of we het in twee avonden gaan redden weten we niet, maar zonodig plakken we er nog een paar avonden aan vast. Wij kijken er alvast naar uit!

Nostalgiehoek



Wat nog immer tot de verbeelding spreekt, is het werk van geheime zenders tijdens de tweede wereldoorlog. Zodanig zelfs, dat de officiële site van de CIA daar hedentendage nog aandacht aan besteed. Die hebben daar het volgende beeld bij:

Tijdens de tweede wereldoorlog was het gebruik van klandestiene zenders voor het communiceren met agenten in het veld algemeen gebruik. Werkelijk honderden agenten waren tijdens de oorlog actief. Aan de kant van de vijand ging dat bijvoorbeeld om goed georganiseerde netten waaronder de Duitse diplomatieke installaties, maar ook om enkele zenders verspreid over de hele wereld; van Mozambique tot aan afgelegen locaties in Amerika. Aan de kant van de geallieerden was er bijna geen plek waar geen klandestiene zenders opgesteld stond - ook wel "Joes" genoemd. Het was bijna onmogelijk om op een avond aan een communicatie ontvanger te draaien en dan geen signalen tegen te komen die krampachtig probeerden niet de lijken op wat ze werkelijk waren, en wel zodanig dat je je afvroeg hoe het kwam dat ze niet meteen de eerste keer dat ze in de lucht kwamen, opgepakt werden.

Aan beide zijden waren de communicatieplannen (roepnamen, frequenties en uitzendtijden) en de procedures die door de agenten gebruikt werden over het algemeen uiterst simpel. Daarnaast was de ene dienst eenvoudig te onderscheiden van de andere door hun karakteristieke uitzendingen. De tegenwoordig als essentieel beschouwde willekeurige uitzendtijden en veranderingen in golflengte waren toen ongecompliceerde, eenvoudig te reconstrueren patronen. In veel gevallen was de rota -- de periode waarin het plan zich herhaalde -- niet langer dan een week. Vaak was de lijst met te gebruiken roepnamen ook maar beperkt tot een 31-daagse rota.

De agent had over het algemeen de beschikking over een redelijke set met werkfrequenties, meestal tussen de vijf en tien, om hem te beschermen tegen ontdekking en arrestatie, maar hij was meestal zelf zijn ergste vijand. Bepaalde tijden en frequenties werden zijn favoriet: meestal omdat de werkomstandigheden op die tijd en frequentie beter waren - hetzij vanwege condities, hetzij vanwege persoonlijke omstandigheden. En wat het hoofdkwartier ook zei: hij was niet te overtuigen van het feit dat hij zichzelf in gevaar bracht als hij niet afstapte van zijn eenvoudige zichzelf herhalende communicatieplan van elke dag op dezelfde tijd en dezelfde frequentie in de lucht zijn. Maar alle eerlijkheid gebiedt daarbij te zeggen dat in sommige gevallen zo'n simpel communicatieplan onvermijdelijk was om zijn undercover leven te kunnen leiden. In andere gevallen was gewoon sprake van domheid, luiheid of het totale gebrek aan begrip voor wat radioveiligheid inhoudt. Laksheid in de beveiliging was in het bijzonder roekeloos van degenen die alleen werkten zonder de hulp van een uitkijk die kon waarschuwen als de vijand er aan kwam.



Er zijn vier typen agenten met geheime zenders te onderscheiden: degenen die in stadsgebieden opereren in samenwerking met een goed georganiseerde organisatie van uitkijkposten; degenen die alleen opereren in steden; degenen die met verzetsgroepen samenwerken; en degenen die alleen opereren in afgelegen geïsoleerde gebieden.

De stadsmuis

In steden werden diverse technieken gebruikt om de operator te beschermen. In één bekend geval werden vijf operators verspreid over een groot gebied neergezet om als één station te fungeren. Allen hadden zenders op dezelfde frequentie en kopieën van het te verzenden verkeer op een bepaald tijdstip. Kwam de vijand in de buurt van een bepaalde operator, dan stopte deze zodra hij een seintje van zijn uitkijkpost kreeg, en op hetzelfde moment nam een andere operator in een heel ander deel van de stad, die met zijn collega mee had zitten luisteren, vrijwel naadloos de uitzending over. Indien noodzakelijk nam nummer drie het over van nummer twee, en zo verder, tot grote frustratie van de vijand. In een ander geval werden al lang niet gebruikte telefoonlijnen gebruikt om afgelegen zenders te bedienen, wat de veiligheid van de operator aanzienlijk vergrootte. Deze en andere vernuftige methoden werden met succes gebruikt in gebieden waar een goed georganiseerde ondergrondse in staat was om deze gunstige condities te faciliteren.

Maar over het algemeen werden minder tot de verbeelding sprekende methoden gebruikt die echter net zo effectief konden zijn: een team van uitkijkposten werd strategisch in de straten rond of op het dak van het gebouw geplaatst waar de agent achter zijn set zat. Als dan de peilwagens of de peilers te voet gesignaleerd werden, werd een signaal gegeven aan de uitkijkpost die bij de agent in de kamer aanwezig was, of in elk geval dicht genoeg bij om hem te waarschuwen dat hij met zenden moest stoppen. Gewoonlijk was 1 waarschuwing genoeg, maar één agent was er zo op gebrand om het bericht over te seinen dat hij verschillende malen de waarschuwing van de uitkijkpost op het dak boven hem negeerde. Daarom bond de uitkijkpost een touw aan de pols van de agent zodat hij letterlijk zijn hand van de sleutel af kon trekken!



Veel minder is bekend over de alleen opererende agentenin steden. Zij leefden een eenzaam, schrikachtig bestaan, in het bijzonder tijdens hun uitzendingen. Regelmatig hadden ze het gevoel dat de vijand achter de deur stond te wachten op een goed moment om binnen te vallen, en soms was dat ook zo. Zijn grootste gevoel van opluchting was als hij het hoofdkwartier hoorde zeggen: "Begrepen. Verder niets meer." Soms eindigde de operator op het hoofdkwartier impulsief met de letters GB ES GL -- "Good bye and good luck" - ook al wist deze dat het tegen de regels was.

De alleen opererende agenten die het overleefden dankten hun leven aan een sterk ontwikkeld gevoel voor veiligheid en een intelligent gebruik van de hun ter beschikking gestelde middelen. Ze kwamen alleen in de lucht als ze heel belangrijk materiaal hadden en ze hielden hun uitzendingen zo kort als maar mogelijk was. Ze waren of werden zulke goede operators dat ze een professionele manier van werken bereikten (hou daarbij in het achterhoofd dat het bedienen van een zender ze in soms maar 6 weken geleerd was, en dat ze meestal geen geoefende telegrafisten waren voor ze aan hun taak begonnen). Soms wijzigden ze zelf hun werkwijze ten opzichte van wat ze geleerd was, waardoor ze een stuk minder lang in de lucht hoefden te zijn. Ze maakten gebruik van ongewone plekken om

te zenden en ze verplaatsten zich regelmatig. Daarnaast moesten ze over een dosis goed geluk beschikken: velen die gepakt werden hadden gewoon domme pech. Een Duitse agent in Italië die zeer geroutineerd en succesvol gedurende lange tijd inlichtingen over de geallieerde acties doorgaf, werd gepakt met behulp van een Italiaanse vrouw. Nadat ze een tijdje met nieuwsgierigheid de inspanningen van een groep peilers had gadegeslagen, liep ze uiteindelijk naar de dienstdoende officier toe en zei: "Als jullie die man met de radio zoeken, die zit daar boven."

Sommige alleen opererende agenten die niet in staat waren om alleen met hun geheimen te leven, liepen in de gaten omdat ze hun mond niet konden houden. Hun drang om een liefje of een vriend teveel te vertellen of de aandacht te trekken door te leven of praten op een manier die niet bij hun dekmantel paste, resulteerde dan in hun aanhouding. En soms kwamen ze toch nog weg met hun stommiteiten. Er is een geval bekend waar het hoofdkwartier, na een bericht ontvangen te hebben van ene "Joe" in noord Italië, op het punt stond de verbinding te sluiten toen Joe, ongecodeerd, vroeg of het hoofdkwartier ook nog een bericht van "George" op wilde nemen: een agent die op een compleet andere locatie gestationeerd was. De operator op het hoofdkwartier was verbijsterd, maar sloot de verbinding en vroeg de man in het veld om stand-by te blijven voor een kort - versleuteld - bericht, ongeveer als volgt: "Waar heb je dat bericht vandaan en waar is George verdomme?" Het antwoord kwam onmiddellijk en weer ongecodeerd: "Het bericht komt van George, hij heeft verlof." De dagen daarna ging Joe door met het doorgeven van George's berichten, duidelijk van te voren voorbereid, alsmede met het doorgeven van zijn eigen berichten, tot George weer boven water was en zijn eigen gewone uitzendschema weer oppakte. Voor zover bekend waren deze twee agenten niet onder controle van de vijand en vrij om te werken; er was regelmatig contact met ze tot de geallieerden het gebied overgenomen hadden.

De veldmuis

De radio operator die in een verzetsgroep terecht kwam, had zo zijn eigen problemen. Om te beginnen bereikte hij zijn bestemming over het algemeen per parachute. Vaak was zijn apparatuur beschadigd door de dropping. Menigmaal moest hij de set over onbegaanbaar terrein slepen in een woeste poging de radio veilig te stellen en gevangenneming te voorkomen. Soms kwamen ze nooit in de lucht, en waren de operator en zijn teamgenoten het onderwerp van speculatie van het hoofdkwartier over wat er met ze gebeurd zou kunnen zijn, tot er wat informatie doordruppelde over wat er van ze geworden was. Van de radio operator werd verwacht dat hij een aandeel leverde in gevechten als de situatie daar om vroeg; en was hij gewond of ziek, dan werd van hem verwacht dat bij bij zijn radio bleef zolang hij in staat was om deze te bedienen.

De alleen opererende agent op het platteland had doorgaans een specifieke opdracht zoals het hertrainen van een al geïnfiltreerde agent of het doorgeven van informatie die door bepaalde bronnen verzameld was. Hij kon soms gebruik maken van stadse werkmethoden, zoals beschermd worden door uitkijkposten als hij op een afgelegen locatie werkte, of hij had het voordeel van het werken in een verzetsgroep zodat hij onder vrienden was in een bepaald gebied. Hij had maar zelden enige privacy, laat staan dat hij veilig kon werken, en zijn enige bescherming was de goodwill van de mensen in het gebied waar hij doorheen trok. Hij had regelmating ontmoetingen met zijn contacten bij daglicht, terwijl geïnteresseerde omstanders toekeken. Maar door die goodwill waren zijn werkomstandigheden niet slecht; er waren tenminste genoeg vrijwilligers om de fietsgenerator te bedienen en de masten waar de antenne aan gehangen was, overeind te houden.

De veldmuis was doorgaans niet slechter af dan zijn collegae in andere situaties, en soms zelfs

beter; bij gelegenheid werd hij behandeld als een gewaardeerde gast. Maar zijn status hing af van de stemmingen en de politieke opvattingen van de zogenaamde vriendschappelijke leiders in het gebied, zodat het kon voorkomen dat hij met argwaan of openlijke vijandigheid benaderd werd. De agent of agenten die hij verondersteld werd te trainen hadden vaak de pest aan hem en dat maakte het allemaal niet makkelijker. Hij ontwikkelde vaardigheden bovenop die waar hij mee op reis gegaan was: dubbelzinnigheid, tact, vleierij, uitvluchten, en gewoon botte oneerlijkheid werden essentiële vaardigheden voor het uitvoeren van zijn taak. Zijn enige doel was om zijn taak af te ronden en weer heel thuis te komen, op weg naar de volgende opdracht.



Soms viel de agent uit zijn rol en was zijn anders neutrale uitzending doorspekt met woede, irritatie of walging. Deze uitbarstingen waren meestal in de vorm van spontane vloeken, ongecodeerd, gericht op de kwaliteit van het signaal van het hoofdkwartier (dat misschien helemaal niet zo slecht was, maar de gebruikte ontvangers meestal wel), het belabberde handschrift van de operator in het hoofdkwartier of een andere bron van ergernis. Meestal waren die uitbarstingen in de moedertaal van de agenten, maar een bepaalde groep Duitse klandestiene agenten pleegden op hun operators in het hoofdkwartier in prachtig zeer welbespraakt Engels te schelden.

Niet alle meningsuitingen werden in ongecodeerde vorm verzonden. Over de jaren werden gecodeerde berichten verrijkt met scheldwoorden en vloeken van agenten. Een zo'n bericht, ontvangen tijdens de oorlog, was een juweeltje van bondigheid en sprak boekdelen over wat een agent kon laten onploffen van kwaadheid. De agent in kwestie was getraind als alleen opererend agent. Met een goede reden was het zo gepland dat hij honderden kilometers van zijn apparatuur gedropt zou worden (en het was heel veel apparatuur), en dat hij die later op zou halen. De uitvoering ging volgens plan, op een kleinigheidje na: hij werd mét al zijn apparatuur gedropt. Binnen korte tijd hoorde het hoofdkwartier hem roepen, maakte verbinding en noteerde een kort maar zorvuldig gecodeerd bericht, wat na decodering precies één uitermate vulgair Frans woord bleek te bevatten. Van de agent werd nooit meer iets gehoord.

Ingrediënten voor samenwerking

Wat voor soort mens is een goede geheim agent? Hij moet jong of oud zijn, lang of kort, dun of dik, nerveus of flegmatiek, intelligent of dom, hoog- of laagopgeleid. Zijn politieke denkbeelden doen er niet toe. Als hij een brandende wrok heeft omdat hij zijn land was uitgegooid, of omdat hij familie verloren heeft in de oorlog: zoveel te beter -- of misschien ook niet: ongecontroleerde haat kon weer veiligheidsproblemen met zich meebrengen. Hij hoefde radio's niet eens leuk te vinden. De enige vaardigheden die hij moest bezitten waren: zes weken radiotraining volhouden om op zijn minst een basiskennis van het ding op te doen; een bereidheid of wens te hebben om overal heen gestuurd te worden met elk redelijk middel van transport -- waarbij onder "redelijk" verstaan werd van 15 meter hoog uit een vliegtuig in het water gedropt te worden -- daar voor een onbepaalde tijd te verblijven; en daarnaast de heilige overtuiging te hebben dat, ondanks het gevoel dat er constant iemand over zijn schouder keek, het altijd de ander was die gepakt werd. In het kort: hij moest zijn werk leuk gaan vinden en de overtuiging hebben dat hij geluk had zo'n goede baan te hebben.

Op het hoofdkwartier was een goede operator op zijn eigen manier anders dan alle andere operators die tijdens de oorlog werkten. En daar was hij trots op. In de eerste plaats moest hij werken in een wereld van lawaai, een ervaring die soms leidde tot een permanente psychose of zelfs zelfmoord. De spionagezenders waren

beroerde communicatie instrumenten, slechts in de gunstigste omstandigheden in staat om een beetje vermogen de ether in te krijgen. Omdat ze illegaal waren, moesten ze opboxen tegen stoorzenders, commerciële telegrafiestations en omroepstations, waarvan de signalen vaak tienduizenden keren sterker waren. Stel jezelf voor omringd door de kopersectie van een groot symfonie-orkest die zich uitleeft op een van de heftiger passages van Wagner terwijl je probeert te luisteren naar een andere melodie, gespeeld op een piccolo door een astmatische dwerg op het balkon. Dan heb je enig idee wat de frustratie was van een operator op het hoofdkwartier, op zoek naar die typische geheim-agent signalen en die dan moeten opnemen.

Deze kleine groep mensen was niet alleen trots op hun werk, maar ze begrepen tevens de problemen van hun onbekende vrienden aan de andere kant van de lijn, en zorgden ervoor dat zij de best mogelijke service kregen. Regelmatig maakten ze zich zoveel zorgen over een bepaalde agent dat ze buiten hun werktijden, of het nou dag of nacht was, op het werk verschenen op de tijd dat hun bepaalde Joe in de lucht moest komen, om er zeker van te zijn dat hij goed ontvangen werd, ook al was de dienstdoende operator minstens zo goed als hijzelf. De dienstdoende operator maakte daar nooit een probleem van: waarschijnlijk zou hij voor zijn agenten hetzelfde doen.

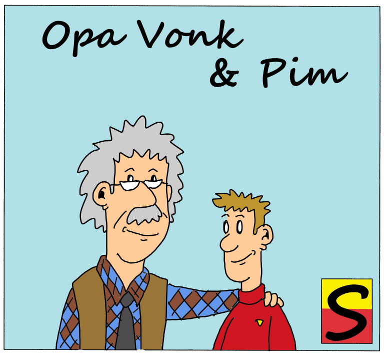


De toewijding en kundigheid van deze anders schijnbaar gemiddelde mannen was nagenoeg onuitputtelijk. Soms concentreerden wel vijf operators zich op de uitzending van één agent, waarbij elk zijn ontvangen deel toevoegde aan wat de ander gemist had, zodat de agent zo snel mogelijk weer uit de lucht kon. Ze leerden zijn signalen al te herkennen als hij nog aan het tunen was, wat de gevaarlijke oproeptijd bekortte. Ze slaagden erin de spastische morsecode van duidelijk nerveuze agenten te ontcijferen en door hun eigen inspanningen en voorbeeld de agent meer zelfvertrouwen te geven. En kregen ze desondanks de volle laag van de gestresste agent, dan bleven ze zelf tenminste kalm.

Ze herkenden hun speciale vrienden aan de manier waarop ze hun berichten verstuurden en waren in veel gevallen in staat om daaraan te herkennen of de agent in moeilijkheden was of was vervangen door een vijandige operator. Vaak ontwikkelden ze een zesde zintuig wat ze in staat stelde om signalen goed te nemen tijdens langere perioden van statische storingen of interferentie, en ze ontwikkelden afkortingen wat de tijd dat de agent in de lucht was, nog verder bekortte. Veel van deze afkortingen legden de basis voor een meer efficiënte en geavanceerde manier van werken.

Hun geduld was eindeloos. Indien nodig luisterden ze dagen naar een man waar nog nooit contact mee geweest was of die al maanden verdwenen was. Dat hij zonder apparatuur zou kunnen zitten, dronken of dood zou kunnen zijn, maakte voor hun geen verschil. Zolang hij op de lijst met contacten stond, bestond hij en keken ze naar hem uit. Dook hij op, dan maakten ze vrijwel altijd verbinding met hem.

Niet iedereen die de baan als radio operator op het hoofdkwartier kreeg, kwam zo ver. Sommigen probeerden het maar hadden het gewoon niet in zich. Daar deed men niet moeilijk over en die kregen andere nuttige taken. Maar degenen die het werk niet serieus namen werden niet getolereerd en verlieten het station al snel. De goeden kwamen uit alle geledingen van de samenleving. In tegenstelling tot de agenten waren het gescreende ingezetenen van het land waar het hoofdkwartier opgesteld was. Onder hen waren dienstplichtingen, professionele en amateur radio operators, filologen; maar zonder uitzondering hadden ze verbeelding, handigheid en een diepe (niet altijd herkende) liefde voor zowel radio als dit radiowerk in het bijzonder. Ze waren een nieuwe soort: de klandestiene inlichtingen radio operator.



"Hoi Opa", zei Pim, terwijl hij met zijn oude portable wereldontvanger onder zijn arm in de deuropening van Opa's piephok stond. Hij had inmiddels wel geleerd niet zomaar Opa's hok in te lopen, omdat dat gevaar voor zowel Opa als hemzelf op kon leveren: Opa hoorde hem niet altijd als hij een koptelefoon op had, met als gevolg dat Opa dan uitschoot met schroevendraaier of soldeerbout als hij schrok van Pim's plotselinge aanwezigheid en dat ging dan nog wel eens met een vonkenregen gepaard, en Pim had al eens moeten bukken voor rondvliegende onderdelen zoals elco's of eindtorren als een schakeling van Opa iets anders deed dan waar hij voor gebouwd was. Opa keek op van zijn knutsel en zette het apparaat uit, wat de rookwolk die daaruit opsteeg onmiddellijk deed verminderen. "Hoi Pim", bromde hij, een oog dichtknijpend tegen de rook die nog steeds uit het apparaat omhoog kringelde. "Gaat alles goed?" vroeg Pim bezorgd, naar het apparaat op Opa's werkbank kijkend. "Jawel hoor", antwoordde Opa. "Rekenfoutje in de dissipatie van het vermogen in een weerstand. Komma verkeerd. Het was geen 0,225W maar 2,25W wat er verstookt werd. En daar kon hij niet tegen. Maar daar kwam jij niet voor". "Nee Opa, ik heb mijn radio meegenomen omdat U zou laten zien hoe ik daar amateurs op kan ontvangen", antwoordde Pim. "Oh ja, daar waren we gebleven", zei Opa. "Enkelzijband ontvangst dus. Hoe zit dat: zoals je vorige keer hebt geleerd, zijn van het originele signaal een zijband en de draaggolf verdwenen. Er is dus nog maar één zijband over en er is geen draaggolf meer. Maar die is wel nodig om er weer een verstaanbaar signaal van te maken. Daarvoor moet je die draaggolf weer toevoegen. En dat doet die radio van jou niet". "Dus ik moet eigenlijk weer een draaggolf maken voor elk station dat ik wil ontvangen?", vroeg Pim. "Dat zou je kunnen doen. Maar echt handig is dat niet. Maar gelukkig kan dat simpeler. Radio's van dat type zijn vrijwel altijd uitgevoerd als superheterodyne ontvangers en..." Pim onderbrak Opa: "Een super-wat? Zo super is deze radio nou ook weer niet. Wat is dat?" "Dat betekent dat wat je ontvangt, gemengd wordt naar een andere frequentie. Dat heet met een duur woord heterodyning, maar je zou ook menging kunnen zeggen. Dat wordt gedaan omdat filteren op een lage frequentie makkelijker is dan op een hoge frequentie. Daarvoor moet ik je wat vertellen over de Q-factor van een spoel. Die Q staat voor Quality, ofwel kwaliteit. En dan niet hoe goed die gebouwd is, maar meer elektrische kwaliteit. In formule is dat als volgt:

$$Q = \frac{f_r}{\Delta f}$$

Daarin is f_r de frequentie waar het om gaat, en de Δf is het verschil tussen de twee frequenties waar het signaal 3dB gedaald is. Voor enkelzijband is een bandbreedte van 3kHz nodig. Δf is dus 3kHz. Luister je in de 20m band, dan is de frequentie daar 14000kHz. Vul je dat in de formule in, dan wordt de Q:

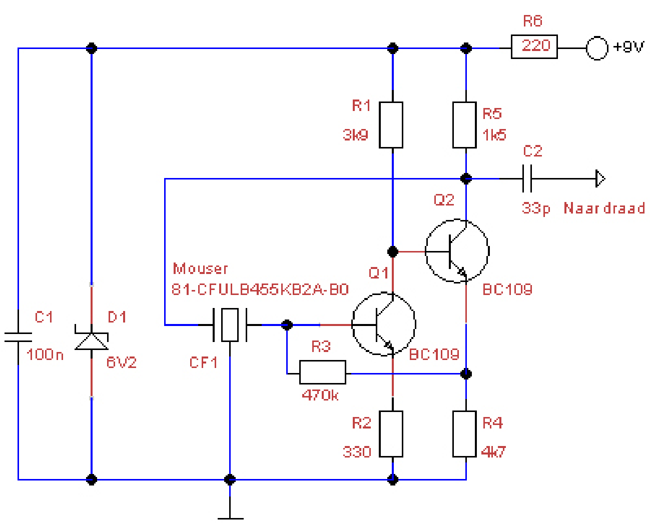
$$Q = \frac{f_r}{\Delta f} = \frac{14000}{3} = 4667$$

En ik kan je vertellen: dat haal je niet. Als je een Q van 200 haalt, heb je een heel goede spoel. Dat heeft alles te maken met de weerstand van het draad wat voor de spoel gebruikt wordt. Draad heeft nou eenmaal weerstand en weerstand vermindert de kwaliteit. Maar meng je de frequentie naar een middenfrequent van 455kHz, dan wordt de formule als volgt:

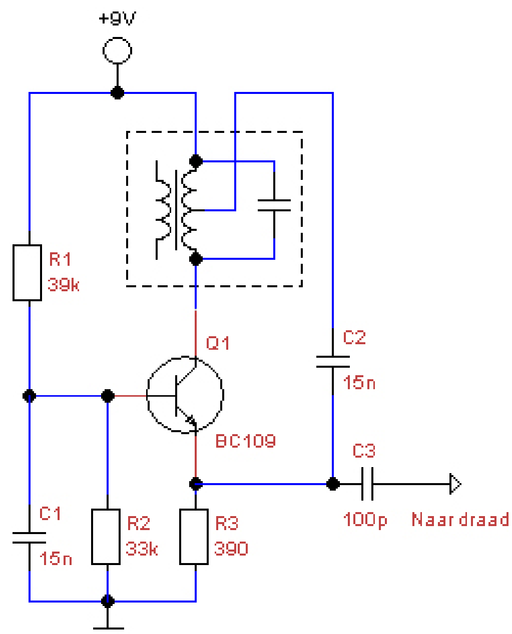
$$Q = \frac{f_r}{\Delta f} = \frac{455}{3} = 152$$

en dat is wél goed haalbaar. Dat is een van de redenen dat de hoge frequenties naar beneden gemengd worden. 455kHz was vroeger een veel gebruikte middenfrequentie, en die oude radio van jou heeft dat gegarandeerd ook. Een tweede voordeel is dat alle signalen nu door dat 455kHz filter heen moeten. Als we nu een draaggolf willen maken om weer toe te voegen aan het enkelzijband signaal, dan hoeven we alleen maar 455kHz te maken. Die draaggolf moet wel precies weer op de plek teruggezet worden waar hij origineel ook zat. En zoals ik

vorige keer vertelde, gebruiken amateurs op 7MHz en lager de onderste zijband, en vanaf 14MHz en hoger de bovenste zijband. Stel je voor dat je filter op 455kHz precies 3kHz breed is en dat 455kHz het midden van het filter is. Wil je de hoge zijband ontvangen, dan moet de draaggolf die je zelf opwekt, 1,5kHz onder het midden van het filter liggen. Die is immers 3kHz breed en strekt zich dus uit van 453,5 tot 456,5kHz. Omdat de hoge zijband - zoals de naam al doet vermoeden - zich boven de draaggolf bevindt, moet de draaggolf bij USB - de hoge zijband - dus onder het signaal opgewekt worden. In dit geval 453,5kHz. Voor de lage zijband - LSB - is dat precies andersom: daar moet de draaggolf boven het signaal opgewekt worden, dus op 456,5kHz. Snap je?", vroeg Opa. Pim keek even bedenklijk, en zei toen: "Dus daarom zit er een LSB/USB schakelaar op Uw ontvanger. Ik moet dus twee draaggolven maken?" "Nee", antwoordde Opa, "want het goede nieuws is dat de bandbreedte van je middenfrequent filter geen 3kHz is. Die radio is voor AM gemaakt, en die heeft een bandbreedte van minimaal 6kHz. Dat is gebruikelijk voor AM. Dus als we die draaggolf in het midden van het filter zetten, is er ruimte genoeg om zowel de lage als de hoge zijband weer te geven. Het slechte nieuws is dat als er een station 3kHz boven of onder het station zit waar je naar luistert, je die er doorheen hoort kwaken. Maar om die radio geschikt te maken voor morse- en enkelzijbandsignalen, is dus een simpel 455kHz draaggolf genoeg. En dat is precies wat we nu



gaan maken, met behulp van een paar simpele onderdeeltjes. Kijk, ik had van de week het schema al voor je getekend. Het bestaat uit een oscillator die met behulp van een 455kHz keramisch filter die draaggolf opwekt. Die kan je voeden met een 9 Volt batterij. De zenerdiode van 6,2V zorgt dat de spanning voor de oscillator netjes gestabiliseerd wordt. En als ik geen keramisch filter meer in mijn bakjes heb liggen, dan liggen daar vast nog wel oude middenfrequent trafootjes uit gesloopte radio's. Die met groene of gele top doen het goed. Die met witte top niet. Die zijn hier niet geschikt voor. Die trafootjes kan je dan in een schema als in dit voorbeeld stoppen:



Beide schakelingetjes zijn eenvoudig op te bouwen op een stukje experimenteerprint. Veel maakt het niet uit; kijk maar wat je kunt vinden in mijn rommeldozen", zei opa tegen Pim. En na een half uurtje knutselen kwam Pim weer naar Opa toe om zijn schakeling te laten keuren. "Maar hoe komt die draaggolf nu in mijn radio?", vroeg Pim. "Normaal zou je daarvoor een aansluiting op de radio moeten maken, en deze inwendig ergens in de buurt van de middenfrequent versterkers toevoegen aan het ontvangen signaal. Maar er is een andere methode die ook werkt. We nemen gewoon een metertje of wat montagedraad, en dat verbinden we aan de ene kant aan de schakeling met het punt waar staat "naar draad".

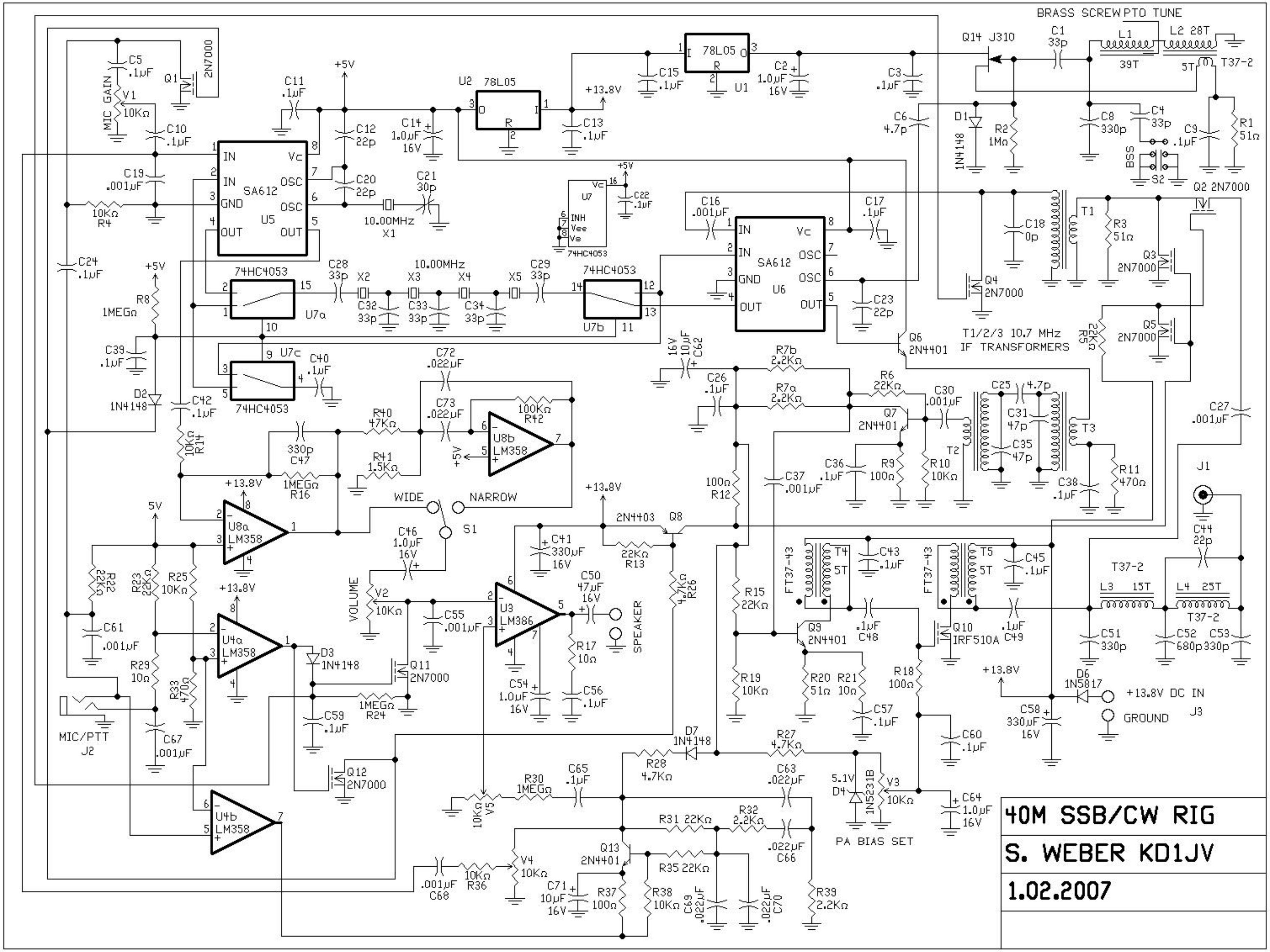


De rest van de draad draaien we gewoon een paar keer om de radio heen. Omdat die radio van kunststof is, gaat het signaal door de kast heen en straalt in op de middenfrequent. En zo komt je hulpdraaggolf in je radio terecht". Pim draaide aan zijn radio naar de 40m band toe, en luisterde met stomme verbazing naar de stemmen die uit zijn radio kwamen. "Het werkt echt!", riep hij uit. "Ik hoor Engels praten!" "Natuurlijk", glimlachte Opa. "Het is al een oud middel om gewone omroep radio's geschikt te maken voor morse- en enkelzijband ontvangst. Veel plezier met je nieuwe portable amateurontvanger!"

Een 40m SSB/CW transceiver - deel 1

Terwijl we volop bezig waren met de PSK31 transceiver geschikt te maken voor nabouw, viel mijn oog op een ander project van KD1JV: een 40m transceiver voor SSB en CW. CW transceivers heb ik genoeg. Natuurlijk de K1, maar ook een 1W QRP transceivertje voor 80m[1], de Mighty Midget[2] voor 80m en 40m, een Rockmite voor 30m[3], de B2 voor 80, 40, 30 en 20m en nog een Ham Can[4] voor 40m. Daar steekt het aantal SSB transceivers een beetje schril bij af: slechts de BitX20 en een 80m zender volgens de fasemethode[5], en die is eigenlijk nog nooit fatsoenlijk uitontwikkeld. Ik ben niet echt een phone-operator, maar je beperkt je nogal in je tegenstations als je uitsluitend CW werkt. Het aantrekkelijke van dit ontwerp was dat ik toch CW met het ding zou kunnen doen als phone niet zou lukken, wat zeer reëel is met QRP vermogen in de 40m band. Dus de onderdelen voor dit ontwerp maar eens verzameld. Op de volgende bladzijde vind je het volledige schema van het originele ontwerp. Er was ook een printontwerp van, en ik had bedacht om dat ene exemplaar gewoon ouderwets zelf weer eens te maken. Per slot van rekening had ik Hugo's lichtbak nog staan. Wijs geworden door de problemen met de PSK transceiver die ook van de hand van KD1JV is, besloot ik de print eerst even na te lopen op mogelijke fouten. Bij de vijfde fout ben ik gestopt. Er zou zoveel aangepast moeten worden aan de print dat ik de boel net zo goed meteen op een stuk dubbelzijdige printplaat kon bakken volgens de dode kevermethode.

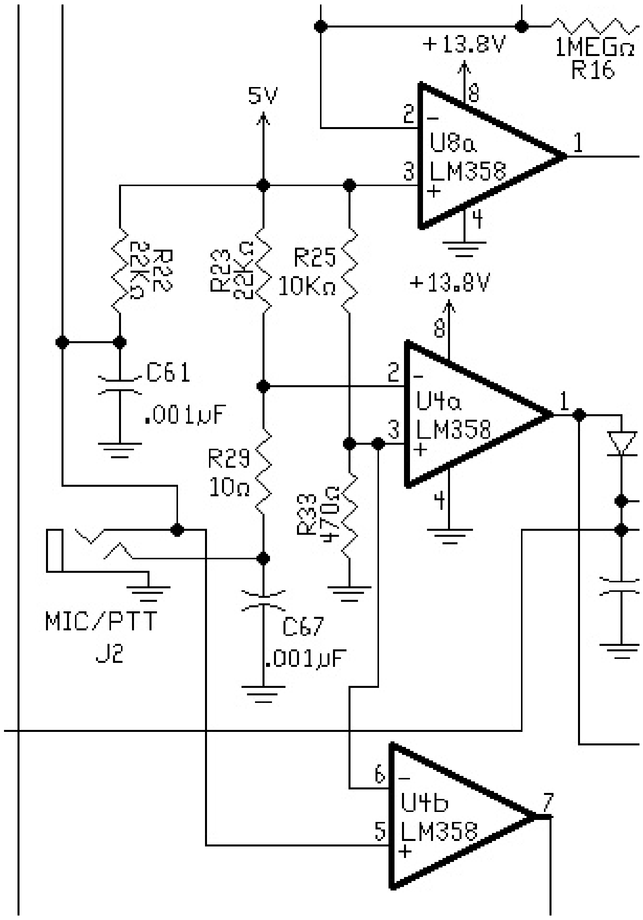
Er was nog een puntje aan het ontwerp dat me niet zinde. En dat was de VFO. Eigenlijk een vernuftig ontwerp door de eenvoud en minimale kosten: een PTO - Permeability Tuned Oscillator - met behulp van een paar messing moeren en een nylon afstandsbus. Door een messing bout in of uit de spoel te draaien, verander je de zelfinductie van de spoel en dus de afstemming. Dus in plaats van de capaciteit van de kring te veranderen door middel van een steeds lastiger te verkrijgen afstemcondensator, wordt hier de zelfinductie veranderd. Maar behalve dat mechanica zeker niet mijn sterkste kant is, had ik nog twee bezwaren tegen de VFO. Ten eerste zat er een schuifschakelaar in waarmee omgeschakeld moest worden tussen het CW-deel en het SSB-deel van de band. In Amerika, waar 40m tot 7300kHz loopt, is dat zeker geen overbodige luxe. Een bandschakelaar voor die paar kHz moet toch anders kunnen. Daarnaast was ik geen fan van de toegepaste ondermenging met 3000kHz-2700kHz om zo 7000kHz-7300kHz te maken. De reden? Allereerst loopt de afstemming "verkeerd om". Als de frequentie van de VFO omhoog gaat, gaat de werkfrequentie


40M SSB/CW RIG
S. WEBER KD1JV
1.02.2007
BRASS SCREW PTO TUNE
T1/2/3 10.7 MHz IF TRANSFORMERS
MIC GAIN
MIC/PTT J2
VOLUME
SPEAKER
WIDE
NARROW
PA BIAS SET
+13.8V DC IN
GROUND
J3
J1
SA612 U5
SA612 U6
78L05 U1
78L05 U2
74HC4053
LM358
LM386 U3
10.00MHz X1
IRF510A Q10

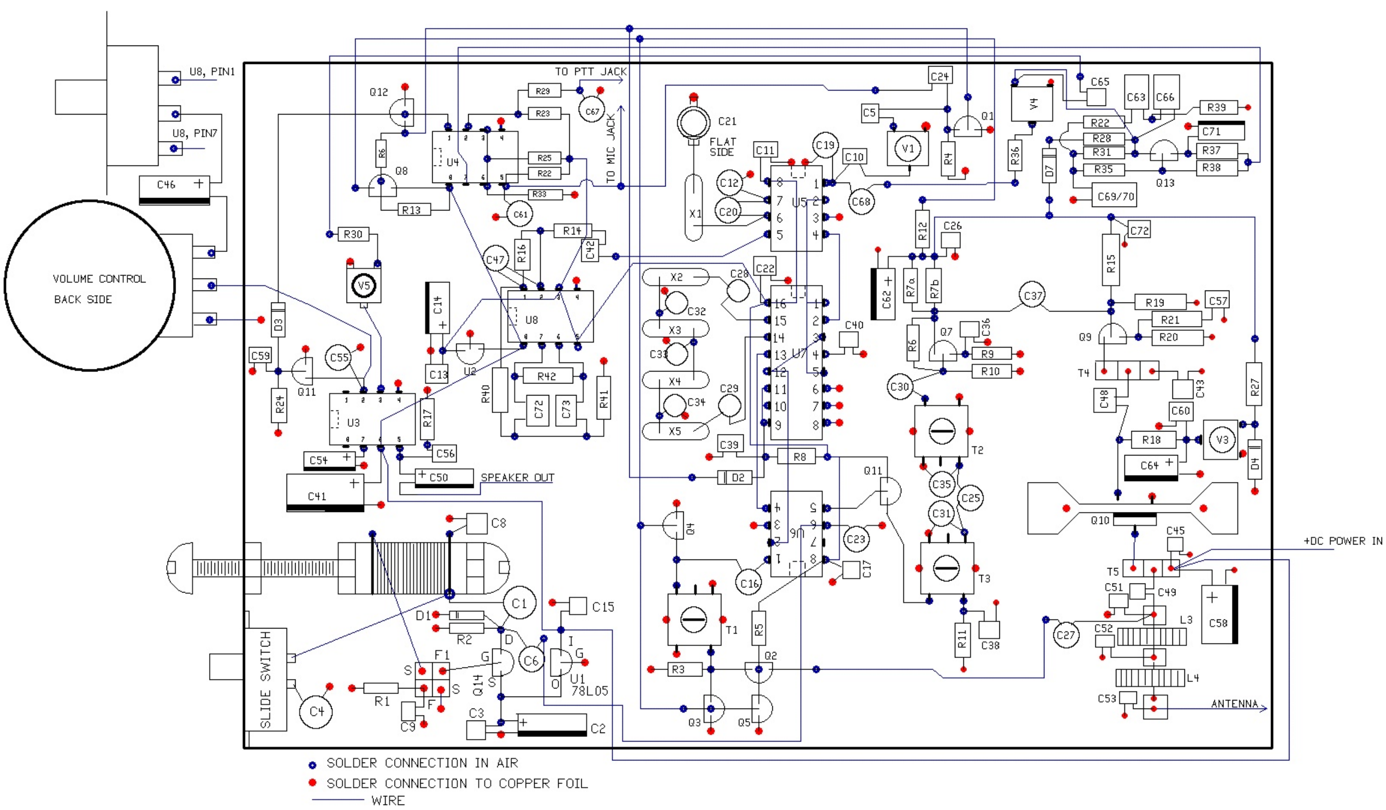
omlaag (doordat de werkfrequentie de middenfrequent min de VFO is) en dat vind ik niet handig. Daarnaast zit de spiegel (middenfrequent plus VFO, ongeveer 13MHz dus) nog onder de eerste harmonische en dat zou wel eens lastig uit te filteren kunnen zijn. Het alternatief is een VFO aan de andere kant van de middenfrequent van 10MHz, en dat is 17MHz. En dat alternatief is het geworden. Maar daarover de volgende keer meer.

De opbouw

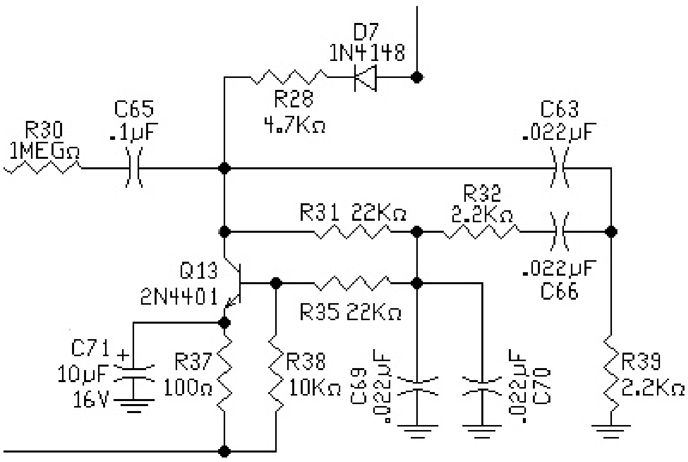
Zoals gezegd: op dubbelzijdig printplaat volgens de dode kever methode. Steve geeft zelfs daarvoor een layout, waarvan ik hieronder een verkleinde versie toon. Voor de originele versie, zie Steve's site[6]. Hij geeft zelfs advies over de volgorde van bouwen: eerst de PTO - die ik dus niet gebouwd heb - en daarna het audio deel. Dat zit zeer vernuftig in elkaar. Kijken we even naar het ingangscircuit dat hier rechts uit de schakeling is gelicht. De tip van de MIC/PTT ingang dient voor het omschakelen naar zenden. De ring is de microfoon ingang. Via R22 krijgt de (electret) microfoon voedingsspanning en zolang die spanning op de ring - die ook op



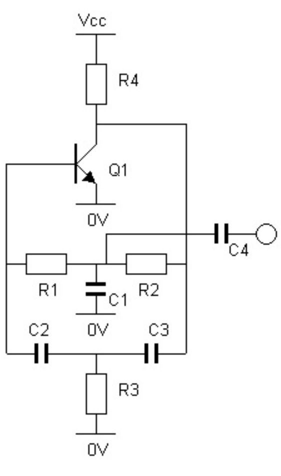
de + ingang van opamp van U4b staat - maar meer is dan 0,22V, zijnde de spanning op de min ingang van U4b als gevolg van spanningsdeler R33/R25, blijft de uitgang van U4b positief.



Steek je nou een (mono) stekker van een seinsleutel in de ingang, dan sluit je de microfoon ingang kort. De uitgang van U4b gaat daardoor naar vrijwel nul Volt en dat enabled de sidetoon generator voor het morsetoontje. Datzelfde toontje wordt aan de ingang van de modulator toegevoerd en daardoor kan je met dit setje ook morse zenden: feitelijk door een fluittoontje uit te zenden in SSB. Sluit je de tip kort naar massa, dan klapt opamp U4a om en dat schakelt de zender in. Wat je op de set aansluit, bepaalt dus in welke mode hij werkt: SSB of CW. Maar wat ik ook probeerde: de CW sidetoon generator gaf geen toon. Ik snapte ook helemaal niets van de oscillatorschakeling:



De emitter en weerstand R38 worden aangestuurd door U4b: is de uitgang daarvan hoog, dan kan de oscillator niet werken. Wordt deze laag, dan zou hij het wel moeten doen zodra hij spanning op zijn collector krijgt. Maar dat deed hij dus niet. Ik herkende de oscillatorschakeling ook niet. Tot ik ging googlen op 1-transistor sinusoscillatoren. Het bleek een Twin-T oscillator voor te moeten stellen, zie dit schema.



Vaag is daar de oscillator hierboven in te herkennen. En daarmee zie je meteen het probleem: weerstand R32 moet niet naar het knooppunt R31/R35/C69/C70, maar naar de basis van de transistor! Na deze correctie kwam er tenminste een toon uit. Alleen leek dat niet echt op een sinus op de scoop. Boeie, zou je zeggen. Maar dat boeit inderdaad. Zoals gezegd is het niet alleen een sidetoon, maar wordt de toon tevens toegevoegd aan de modulator. De frequentie van de oscillator is vastgelegd op 600Hz. Is de toon zuiver sinusvormig, dan ontstaat in de ideale SSB transceiver een signaal dat 600Hz van de ingestelde frequentie afwijkt. Komt mijn tegenstation voor mij terug op die frequentie, dan hoor ik weer een toon van 600Hz. Maar is de toon niet zuiver sinusvormig, dan heeft deze harmonischen op 1200, 1800, 2400, 3000... etc. Hz. Dat vormen allemaal draaggolfjes met weliswaar veel minder energie dan het hoofdsignaal op 600Hz, maar voldoende om ver te komen. Het vermogen van de zender is 5W. Stel dat een harmonische 16dB lager is dan het hoofdsignaal. 16dB is een factor 40. Dan komt er nog altijd 125mW op de harmonische uit. Voldoende om een verbinding mee te maken. Je hoort jezelf dus om de 600Hz terug en daarom moet die toon zo goed mogelijk een sinus benaderen. Met enig experimenteren lukte dat door weerstand R32 te vergroten naar 4k7. Of dat nog afhangt van wat voor transistor je gebruikt, weet ik niet. Maar ik had de voorgeschreven 2N4401 gebruikt en desondanks was de aanpassing absoluut noodzakelijk.

De middenfrequent

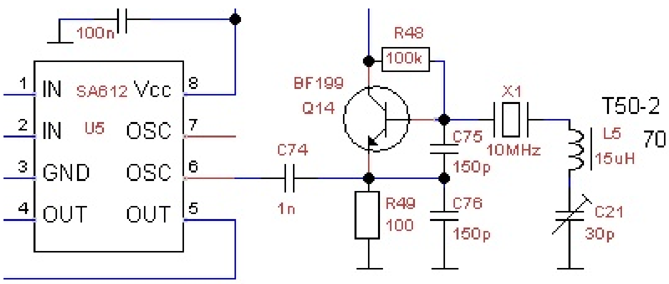
Een probleem waar ik zelf debet aan was, was het omkeren van de zijband. Dat behoeft enige uitleg. Het via de antenne binnenkomende 7MHz SSB signaal wordt gemengd met de VFO frequentie van rond de 3MHz naar de middenfrequent van 10MHz. Dat gebeurt dus door een optelling:

$$f_{mf} = f_{VFO} + f_{ant}$$

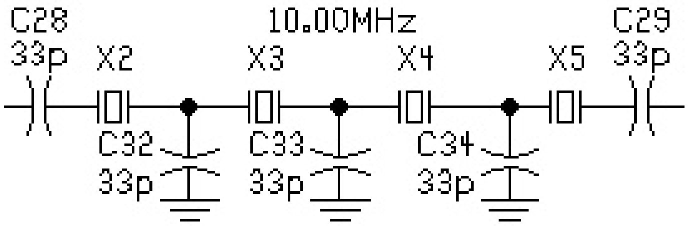
Loopt het antennesignaal omlaag, dan gaat ook het middenfrequent signaal omlaag. LSB blijft LSB en de 10MHz BFO moet dus op de hoge flank van het kristalfilter staan. Maar zoals ik al schreef, wilde ik bovenmenging met een 17MHz VFO. Het middenfrequent signaal ontstaat nu als volgt:

$$f_{mf} = f_{VFO} - f_{ant}$$

Het minteken voor de ontvangstfrequentie f_{ant} betekent dat de zijband omdraait. Dat is makkelijk in te zien: wordt f_{ant} groter, dan wordt een groter getal van f_{VFO} afgetrokken en dus wordt f_{mf} kleiner. LSB wordt USB en dat betekent dat de BFO nu op de onderflank van het kristalfilter moet zitten. Maar dat redde de trimmer C21 niet. Want door de trimmer gaat het kristal juist omhoog - wat voor LSB natuurlijk goed is, maar voor USB moet hij aan de onderkant zitten. De remedie is dan doorgaans om een zelfinductie in serie met het kristal te zetten. Maar de oscillator in de SA612 liet zich daardoor niet uit het veld slaan - en de frequentie dus ook niet. Dan maar een torretje met een paar componenten erbij geplakt om een separate oscillator te maken die wél voldoende omlaag kan:



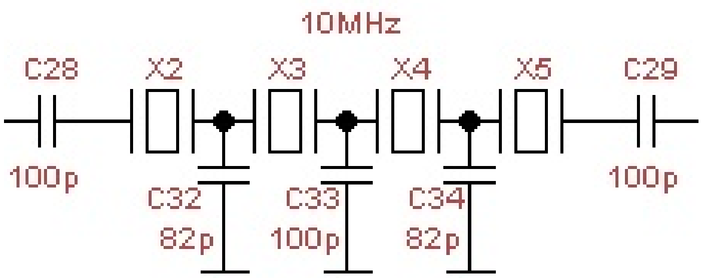
Ik gebruikte een T50-2 kerntje met 70 windingen apenhaar. Maar een prefab smoorspoeltje van 15uH mag ook. Van de SA612 wordt dan gewoon de buffer ingang van de oscillator gebruikt en nu is de oscillator voldoende omlaag te trekken. De transistor mag in principe alles zijn wat nog wil rammelen op 10MHz maar ik had toevallig een BF199 in de junkbox. Een nadeel is dat een kristalfilter aan de onderkant een wat minder steile flank heeft dan aan de bovenkant, en dat gaat ten koste van de zijband onderdrukking. Daarmee lever ik dus iets aan performance in. Om dat toch zo goed mogelijk te krijgen, wilde ik de BFO zo afregelen, dat deze bij 300Hz in de doorlaat al op -3dB zat. Maar dan moest ik wel weten hoe breed mijn kristalfilter was. Dus de meetzender parallel aan de frequentieteller gehangen en de scoop met een afsluitweerstand aan de andere kant. En dan maar draaien op zoek naar de -3dB punten. En dat was schrikken. Het verschil tussen de twee -3dB punten bedroeg ongeveer 5,9kHz! Leuk voor AM ontvangst, maar veel te breed voor SSB en zeker voor CW. Daarnaast zat er ook nog een forse rimpel in het filter. Dat heeft alles te maken met de capaciteiten in het kristalfilter. Zie het originele schema:



Nou hebben we daar niet geheel toevallig een artikel aan gewijd in de RAZzies van oktober 2012[7]. Dat artikel was namelijk het gevolg van de research naar hoe dit probleem aan te pakken was. Ik heb met de mij ter beschikking staande apparatuur de parameters van de 10MHz kristallen vastgesteld, en die waren als volgt:

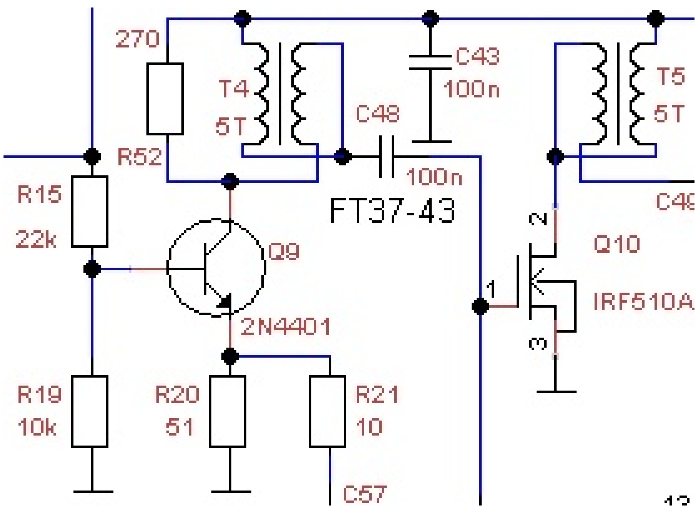
f_s = 9996.0 kHz
f_s (27p) = 9998.59 kHz
f_s (10p) = 10001.95 kHz
f_p = 10014.75 kHz

Waarin f_s de serieresonantie is respectievelijk zonder capaciteit en met 27pF en 10pF in serie, en f_p de parallelresonantie is. Voer je die gegevens in in de formules voor de berekening van een kristalfilter met een gewenste bandbreedte van 2,7kHz, dan komt het plaatje er als volgt uit te zien:

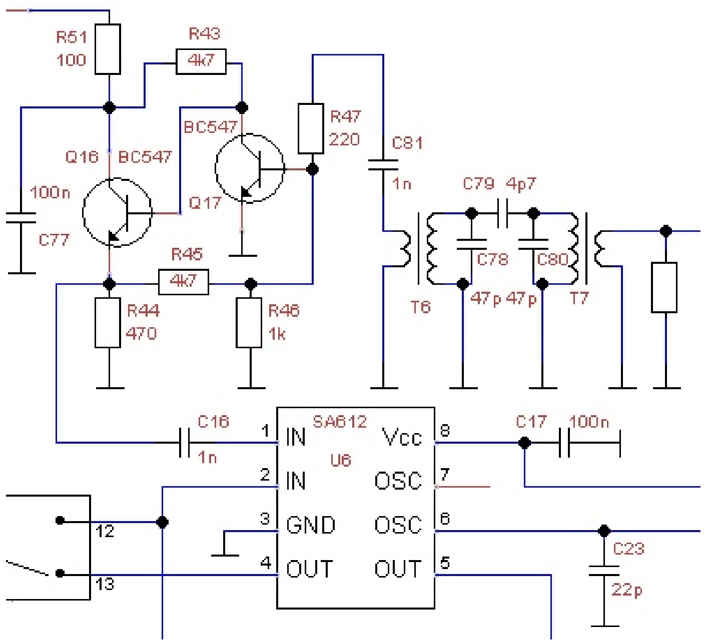


Dat ziet er heel anders uit. De capaciteiten zijn tot 3x zo groot als in het oorspronkelijke schema. Na aanpassing van het filter lagen de -3dB punten op 9999,29 en 9996,40 kHz, waarmee de gemeten bandbreedte van het filter op 2,89kHz komt. Nog steeds wat ruim voor contest begrippen, maar een stuk beter dan wat het was. Aangezien we het -3dB punt willen bereiken bij 300Hz laagfrequent signaal, moet de BFO dus op 300Hz onder het laagste -3dB punt afgeregeld worden, en dat is 9996,10 kHz.

Inmiddels zat Gert PE0MGB op een camping ergens in Frankrijk en hadden we een vaste sked om 21.00 rond 7190kHz. De oude trouwe HP606A meetzender werd dan een half uur van tevoren opgestookt want bij gebrek aan VFO moest de HP als zodanig dienst doen, en dan moet die 17MHz natuurlijk wel een beetje stabiel zijn. Een van de eerste problemen was een oscillerende eindtrap. Een eindtrap met enkele IRF510 is daar om berucht. In een balans eindtrap heb je er niet zoveel last van, maar ik herinner me dat Ron PA2RF met zijn BitX17 ook heel wat gevechten met zijn eindtrap met enkele IRF heeft moeten leveren voor die getemd was. Uiteindelijk hielp het om een weerstand van 270 Ohm over de trafo van de laatste stuurtrap te zetten (R52):



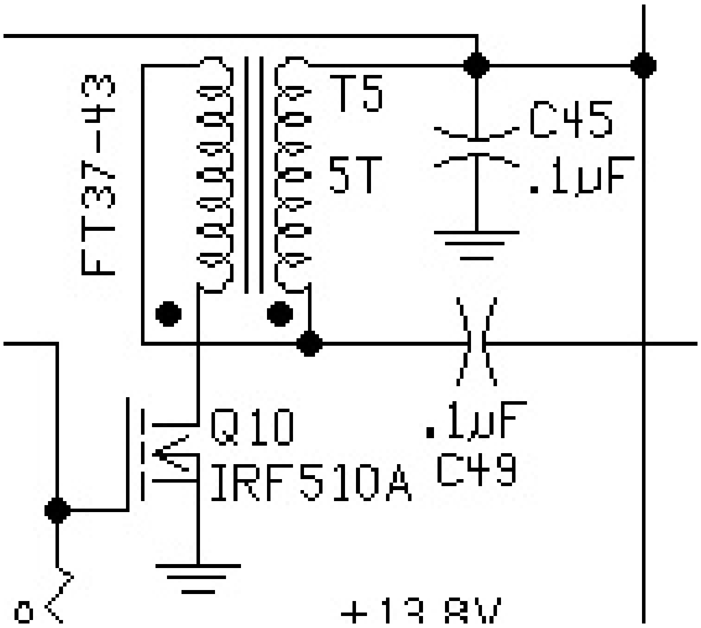
Er was wel iets meer sturing nodig, maar hij bleef nu wel een stuk stabieler. Tijdens de eerste testen op 40m bleek er toch wel weinig signaal uit de speaker te komen. Niet zo verwonderlijk, want er zit niet heel veel versterking tussen antenne en luidspreker. Volg het signaal maar eens vanaf de antenne: via de enige afgestemde kring T1 kom je zonder versterking op SA612 U6 uit. Die levert maximaal 17dB conversion gain. Dan gaat het signaal door het kristalfilter naar de tweede SA612 U5. Die doet dus ook maximaal 17dB gain. Dan gaat het naar opamp U8a en die doet 20dB (100x spanningsversterking als gevolg van de verhouding R16/R14). En dan naar de LM386 eindversterker die 26dB doet. Opgeteld is dat 80dB als er nergens verzwakking optreedt. Dat is een spanningsversterking van 10.000 maal. Dus 1uV op de antenne-ingang maakt 10mV op de luidspreker. Geen wonder dat het allemaal maar marginaal is. Daarom is er een stuk middenfrequent versterking toegevoegd, afgekeken van de BitX20:



Q16 en Q17 zouden 32dB extra versterking moeten leveren. En dan doet 1uV op de antenne 400mV op de luidspreker. Daar is goed mee te leven. Met het transceivertje zijn met de 5-7W output diverse verbindingen met Gert gemaakt in phone. Ook in CW zijn diverse verbindingen gemaakt: wat ik hoor, kan ik meestal ook werken. De leukste verbinding was met EA2JG in phone: hij zat CQ te geven en ik kwam voor hem terug. Toen ik zei waar ik mee werkte, zei hij: "Did you say 6W?? You're 59+ here. I'm working with 200W..." Een groter compliment kan je niet krijgen.

Maar het uitgangsvermogen bleek enorm te variëren over de band. Er leek een behoorlijke frequentie-afhankelijkheid in het bandfilter te zitten. Toen ik eenmaal begon te rekenen, begreep ik er helemaal niets meer van. Kijken we even naar de eindtrap, en dan met name hoe de uitgangstransformator geschakeld is (zie plaatje op de volgende bladzijde). De uitgangsimpedantie van de powertor is ongeveer 10 Ohm. Je zou dus verwachten dat de trafo de impedantie een factor 4 omhoog transformeert. Maar kijk eens hoe de trafo geschakeld is: Hij

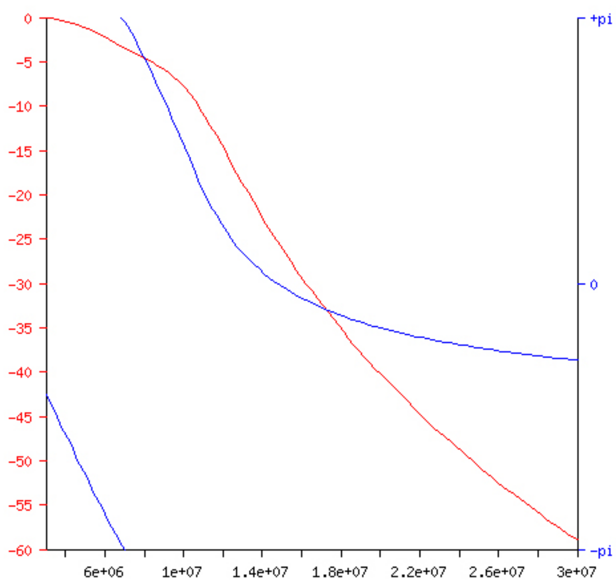
transformeert de impedantie een factor 4 omlaag! De impedantie aan het uitgangsfilter is dus maar 2,5 Ohm!



Ik ging uit van een pi-filter met 50 Ohm in- en uitgangsimpedantie. Laat je daar deze waarden op los, dan zou de filter respons er als volgt uitzien:

Graph of V_5 (*y* axis) vs. frequency (*x* axis)

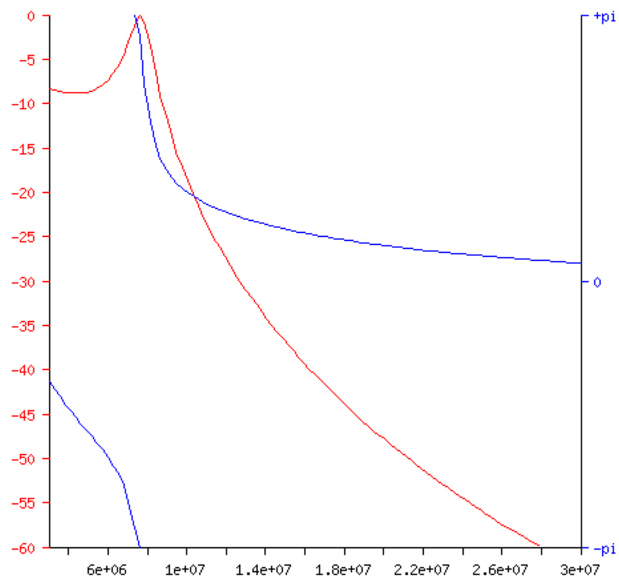
(*y* axis is logarithmic and normalized)



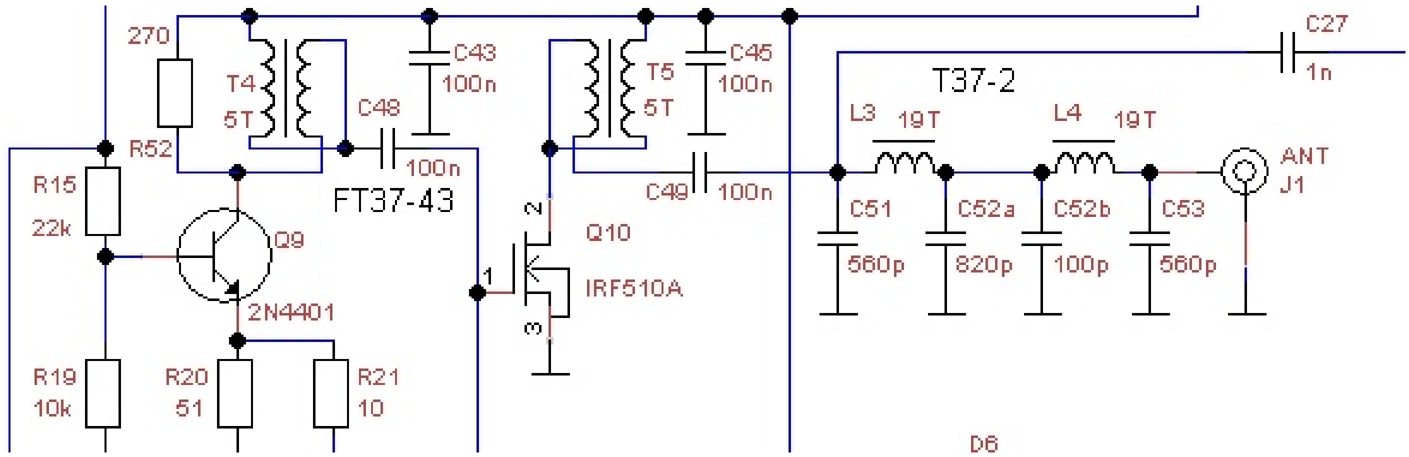
Maar dat kwam niet overeen met wat ik gemeten had. Na het terugrekenen van de gebruikte componenten in het filter bleek dat het filter inderdaad een aanpassing van 2,5 Ohm had. Het pi-filter transformeerde dat weer naar 50 Ohm. En als je die gegevens invoerde in de formules, dan zag de respons er ineens heel anders uit:

Graph of V_5 (*y* axis) vs. frequency (*x* axis)

(*y* axis is logarithmic and normalized)



En dát klopte beter met de metingen: er zit een scherpe piek rond de 7MHz, en de bandbreedte daarvan is kleiner dan wat de zender beslaat. Vandaar dat in het originele artikel dan ook staat dat je de zaak op maximum in het phone deel van de band moet afregelen, omdat je het daar het hardst nodig hebt. In CW kan je met een beetje minder ook wel toe. Maar waarom zou je zo'n idioot uitgangsfilter gebruiken? Waarom niet gewoon optransformeren en een 5-polige Chebyshev filter erachter? Tot ik het schema beter bekeek en me realiseerde dat FET Q2, die als antenneschakelaar dienst doet om T1 tegen het uitgangsvermogen te beschermen, de volle spanning van de eindtrap voor zijn kiezen krijgt. Door het naar beneden transformeren blijft die spanning beperkt. Maar ga je omhoog transformeren, dan zou die standaard consumenten-2N7000 wel eens het loodje kunnen leggen door de hoge spanningen die dan ontstaan. Desondanks vond ik het zo krom, dat ik de transformator omdraaide en er een standaard filter achter berekende. Met de 2N7000 nog steeds als antenneschakelaar. En die zit er tot op de dag van vandaag nog steeds in, ondanks alle mishandelingen door oscillaties en misaanpassingen waardoor de spanningen zo af en toe behoorlijk hoog opliepen.

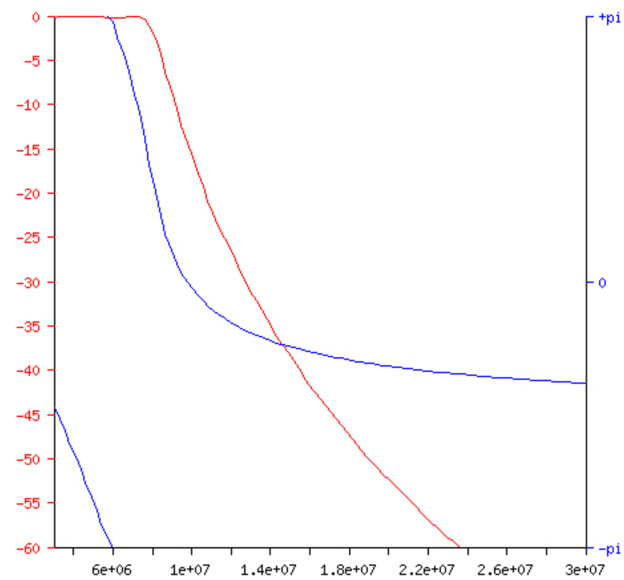


Hierboven zie je dat de eindtor nu op de aftakking aangesloten is, waardoor de impedantie een factor 4 omhoog getransformeerd wordt. Daardoor is de impedantie achter de trafo nu ca. 50 Ohm en kan een standaard filter gebruikt worden, met een afsnijfrequentie van ergens rond de 7,8MHz. Rechts zie je de plot van het filter zoals het nu berekend is. En nu komt er over de hele band tenminste hetzelfde vermogen uit van tussen de 5 en 7W.

Bleef natuurlijk de VFO, want ondanks de opwarmtijd vloog die HP606A alle kanten op, en had ik de grootste moeite om een beetje op frequentie te blijven. Daarover de volgende keer meer. Het volledige schema van de transceiver met alle inmiddels aangebrachte wijzigingen vind je op de volgende bladzijde.

Graph of V_5 (*y* axis) vs. frequency (*x* axis)

(*y* axis is logarithmic and normalized)



[1] http://bit.ly/Wo1hzy

[2] http://bit.ly/WtuNkp

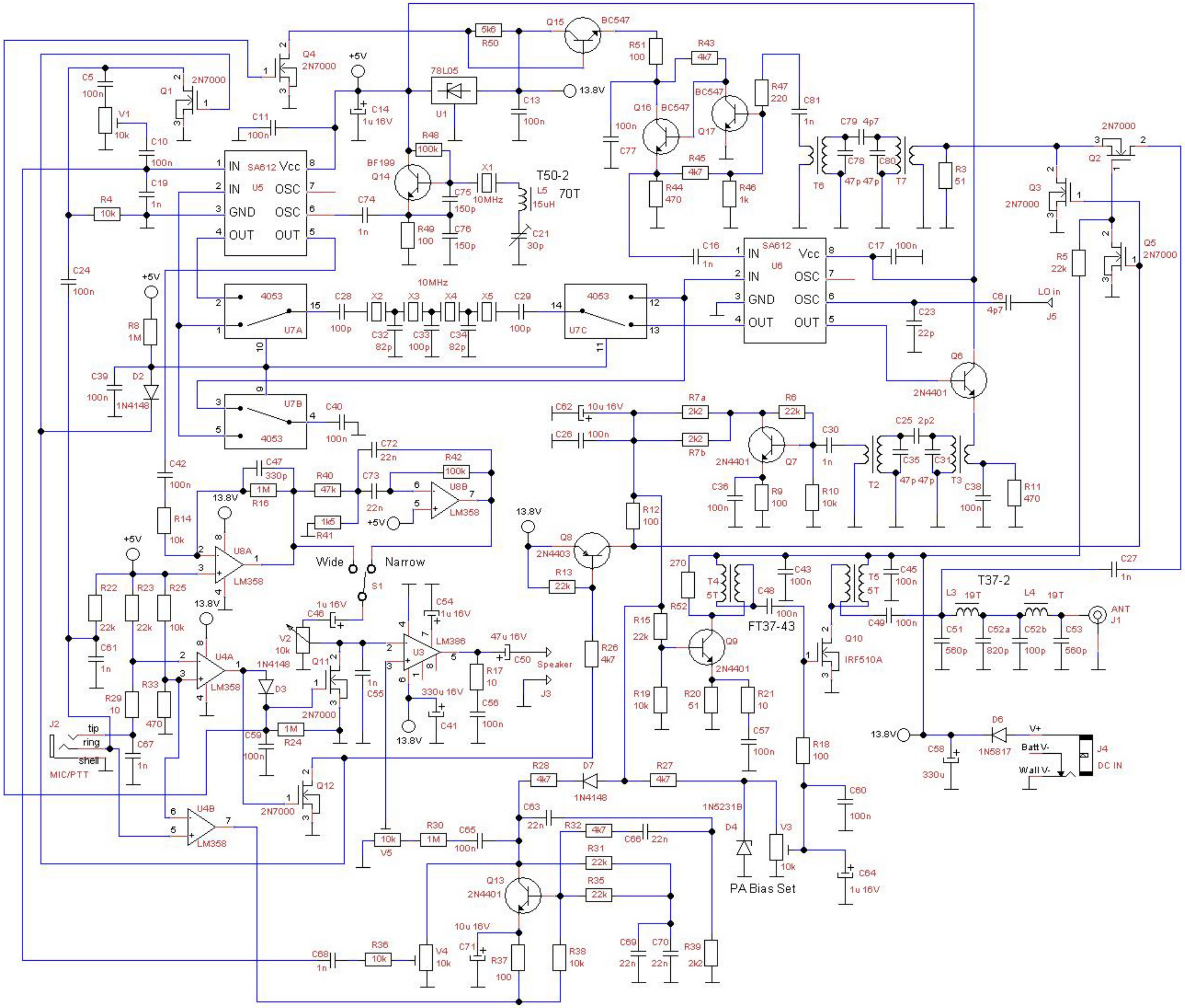
[3] http://bit.ly/11ZO03Z

[4] http://bit.ly/X0qPAT

[5] http://bit.ly/W76dcO

[6] http://bit.ly/Yvn1fZ

[7] http://www.pi4raz.nl/razzies/razzies201210.pdf



Q15 BC547
R50 5k6
Q4 2N7000
+5V
78L05
U1
13.8V
C5 100n
Q1 2N7000
V1 10k
C10 100n
C11 100n
C14 1u 16V
C13 100n
R48 100k
BF199
Q14
X1 10MHz
T50-2
L5 15uH
70T
C75 150p
C76 150p
C74 1n
R49 100
C21 30p
U5 SA612
IN Vcc
IN OSC
GND OSC
OUT OUT
C19 1n
R4 10k
C24 100n
R51 100
R43 4k7
Q16 BC547
BC547
Q17
C77 100n
R45 4k7
R44 470
R46 1k
R47 220
C81 1n
C79 4p7
C78 47p
C80 47p
T6
T7
R3 51
2N7000
Q2
Q3 2N7000
R5 22k
Q5 2N7000
U6 SA612
C16 1n
C17 100n
LO in
J5
C6 4p7
C23 22p
+5V
R8 1M
4053
U7A
10MHz
C28 100p
X2 X3 X4 X5
C32 82p
C33 100p
C34 82p
C29 100p
U7C
C39 100n
D2 1N4148
U7B
C40 100n
Q6 2N4401
C62 10u 16V
C26 100n
R7a 2k2
R7b 2k2
R6 22k
Q7 2N4401
C30 1n
C25 2p2
C35 47p
C31 47p
T2
T3
C36 100n
R9 100
R10 10k
C38 100n
R11 470
C42 100n
C47 330p
R16 1M
R40 47k
C72 22n
C73 22n
R42 100k
U8B
LM358
R41 1k5
R14 10k
U8A
LM358
Wide
Narrow
S1
R12 100
Q8 2N4403
R13 22k
R22 22k
R23 22k
R25 10k
C61 1n
U4A LM358
C46 1u 16V
V2 10k
Q11
D3 1N4148
U3 LM386
C54 1u 16V
47u 16V
C50
Speaker
J3
R17 10
C56 100n
C55 1n
330u 16V
C41
R29 10
R33 470
C67 1n
C59 100n
R24 1M
J2
tip
ring
shell
MIC/PTT
Q12 2N7000
U4B LM358
R26 4k7
270
T4 5T
R52
C43 100n
C48 100n
FT37-43
T5 5T
C45 100n
C49 100n
Q10 IRF510A
T37-2
L3 19T
L4 19T
C27 1n
ANT J1
C51 560p
C52a 820p
C52b 100p
C53 560p
R15 22k
Q9 2N4401
R19 10k
R20 51
R21 10
C57 100n
R18 100
C60 100n
13.8V
C58 330u
D6 1N5817
V+
Batt V-
Wall V-
J4 DC IN
R28 4k7
D7 1N4148
R27 4k7
1N5231B
D4
V3 10k
PA Bias Set
C64 1u 16V
C63 22n
R32 4k7
C66 22n
R31 22k
R35 22k
R30 1M
C65 100n
V5 10k
Q13 2N4401
C71 10u 16V
R37 100
R38 10k
C69 22n
C70 22n
R39 2k2
C68 1n
R36 10k
V4 10k